

PENGARUH KONSENTRASI ENZIM DAN WAKTU HIDROLISIS ENZIMATIS TERHADAP MUTU FRUKTO-OLIGOSAKARIDA DARI INULIN UMBI DAHLIA (*Dahlia pinnata*)

THE INFLUENCE OF ENZYME CONCENTRATION AND TIME HYDROLYSIS TO FRUCTO-OLIGOSACCHARIDE QUALITY FROM DAHLIA TUBER (*Dahlia pinnata*)

Djumali Mangunwidjaja^{*}, Mulyorini Rahayuningsih, dan Reni Suparwati

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga, Kotak POS 220, Bogor 16002
Email: jumalimw@hotmail.com

ABSTRACT

Fructo-oligosaccharide (FOS) is a prebiotic which is derived from inulin enzymatically hydrolyzed. The purpose of this research are extract and analyz the levels of inulin, producing inulinase enzyme and measuring the value of enzyme activity, and producing and characterizing FOS. This study was conducted in two stages, preliminary researches and primary researches. Preliminary researches include proximate analysis (dahlia tuber, gembili, banana weevil, and turubuk), producing inulin, inulin assays, producing inulinase enzymes, and enzyme activity assays. Primary researches include inulin hydrolysis using commercial (dossage 1; 2; 5; 7.5; and 10 U/g) and raw inulinase (dossage 1; 2; and 3 U/g) for 24 hours and characterize of this product. The highest yield of inulin powder obtained from dahlia tubers at 48.20% with 80.09% content of inulin. The enzyme activity of raw inulinase is 0.76 U/ml. Product formed by commercial inulinase mostly fructose, meanwhile raw inulinase mostly produced FOS.

Key words: enzymatic hydrolysis, FOS, inulin, inulinase

ABSTRAK

Frukto-oligosakarida (FOS) merupakan prebiotik yang dapat diperoleh dengan menghidrolisis inulin. Tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan dan menganalisis kadar inulin, mendapatkan enzim inulinase dan mengukur nilai aktivitas enzimnya, serta mendapatkan FOS dan karakterisasinya. Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan meliputi analisis proksimat bahan (umbi dahlia, gembili, bonggol pisang, dan turubuk), ekstraksi tepung inulin, pengujian kadar inulin, produksi enzim inulinase kasar dan pengujian aktivitas enzimnya. Penelitian utama meliputi proses hidrolisis tepung inulin menjadi FOS menggunakan enzim inulinase komersial (dosis 1; 2; 3; 5; 7.5; dan 10 U/g) dan inulinase kasar (dosis 1; 2; dan 3 U/g) selama 24 jam serta pengujian karakteristik FOS. Hasil rendemen tepung inulin tertinggi didapatkan dari umbi dahlia sebesar 48.20% dengan kadar inulin 80.09%. Nilai aktivitas enzim inulinase kasar yang dihasilkan sebesar 0.76 U/ml. Pada hidrolisis inulin menggunakan inulinase komersial rata-rata produk yang terbentuk sebagian besar adalah fruktosa. Pada hidrolisis inulin menggunakan inulinase kasar rata-rata produk yang terbentuk sebagian besar adalah FOS.

Kata kunci: FOS, inulin, inulinase, hidrolisis enzimatik

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan prebiotik saat ini semakin meningkat. Prebiotik yaitu makanan yang tidak dapat dicerna oleh usus namun dapat menstimulasi pertumbuhan atau aktivitas bakteri tertentu dalam kolon manusia. Prebiotik dapat diperoleh dari berbagai sumber, salah satunya adalah frukto-oligosakarida (FOS), yaitu suatu campuran oligosakarida yang terdiri dari unit-unit fruktosa dengan ikatan rantai β -2,1 dan memiliki jumlah unit fruktosa penyusun antara dua sampai sembilan unit. Komponen FOS hanya dapat dicerna sebagian saja oleh manusia. Bagian lain yang tidak dapat dicerna dijadikan sebagai sumber makanan oleh bakteri yang menguntungkan seperti spesies *Bifidobacteria* dan *Lactobacillus* yang mampu mencegah infeksi pada sistem pencernaan. Manfaat tersebut membuat FOS menjadi produk prebiotik yang cukup populer.

Produksi FOS di industri biasanya menggunakan substrat sukrosa yang dikultivasi menggunakan fruktosiltransferase, namun penggunaan cara tersebut masih menghasilkan inhibitor yaitu glukosa yang terbentuk dari proses kultivasi. Oleh karena itu perlu penambahan glukosa oksidase untuk menghilangkan glukosa dari produk FOS, hal ini menjadi salah satu kelemahan dalam proses tersebut. Salah satu alternatif untuk memperoleh FOS dapat dilakukan dengan cara menghidrolisis inulin karena FOS merupakan produk antara dari inulin dan fruktosa. Hidrolisis inulin menjadi FOS dapat dilakukan menggunakan dua metode yaitu hidrolisis secara asam dan enzimatis. Hidrolisis secara enzimatis lebih baik dibandingkan hidrolisis secara asam karena dapat memutus secara spesifik rantai ikatan dalam inulin sehingga produk FOS yang dihasilkan lebih murni. Enzim yang digunakan dalam menghidrolisis inulin menjadi FOS yaitu enzim inulinase yang memiliki pola aksi dalam atau disebut endo enzim (Singh dan Singh 2010).

Produksi inulin komersial dunia selama ini diperoleh dari tumbuhan Jerusalem artichoke dan akar chichori, sementara di Indonesia inulin diperoleh dari umbi dahlia, padahal masih banyak lagi tumbuhan di Indonesia yang berpotensi mengandung inulin. Selain umbi dahlia, inulin diduga dapat diperoleh dari gembili, bonggol pisang, dan turubuk. Gembili mengandung inulin cukup tinggi, menurut penelitian yang dilakukan oleh Winarti et al. (2011), dari beberapa jenis uwi yang diteliti, gembili mengandung inulin dalam jumlah yang paling besar yaitu 14.77%.

Bonggol pisang merupakan salah satu limbah yang mengandung karbohidrat dalam jumlah

yang tinggi. Bonggol pisang juga diduga mengandung inulin, oleh karena itu dilakukan penelitian mengenai kadar inulin yang terdapat pada bonggol pisang. Turubuk merupakan salah satu tanaman yang dijadikan sayur oleh masyarakat di daerah sunda. Turubuk merupakan salah satu kerabat dari tebu, tidak heran jika sayuran ini memiliki rasa yang manis. Inulin diduga dapat ditemukan di dalam sayuran ini. Dari keempat bahan tersebut akan dipilih satu bahan yang memiliki kadar inulin tertinggi kemudian dijadikan sebagai bahan baku dalam produksi FOS.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan menganalisis kadar inulin yang terdapat pada umbi dahlia, gembili, bonggol pisang, dan turubuk, serta mendapatkan enzim inulinase kasar dari kapang *Aspergillus niger* dan menguji aktivitas enzim tersebut. Selain itu juga mendapatkan FOS dari inulin umbi dahlia secara hidrolisis enzimatis serta mengetahui pengaruh dosis enzim inulinase serta waktu hidrolisis terhadap kinerja hidrolisis inulin.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu umbi dahlia, gembili, bonggol pisang, turubuk, kultur stok *Aspergillus niger*, larutan garam, mikronutrien, medium potato dextrose agar (PDA), etanol, enzim inulinase komersial, sistein 1.5%, karbazol 0.12%, arang aktif, serta bahan kimia lain untuk analisis. Alat-alat yang digunakan adalah peralatan gelas, peralatan pengecilan ukuran, *waterbath*, dan spektrofotometer.

Metode

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan meliputi karakterisasi komposisi kimia bahan baku, ekstraksi tepung inulin, dan produksi enzim inulinase kasar. Penelitian utama meliputi hidrolisis inulin menjadi FOS dan analisis kimia produk hidrolisis inulin.

Penelitian pendahuluan

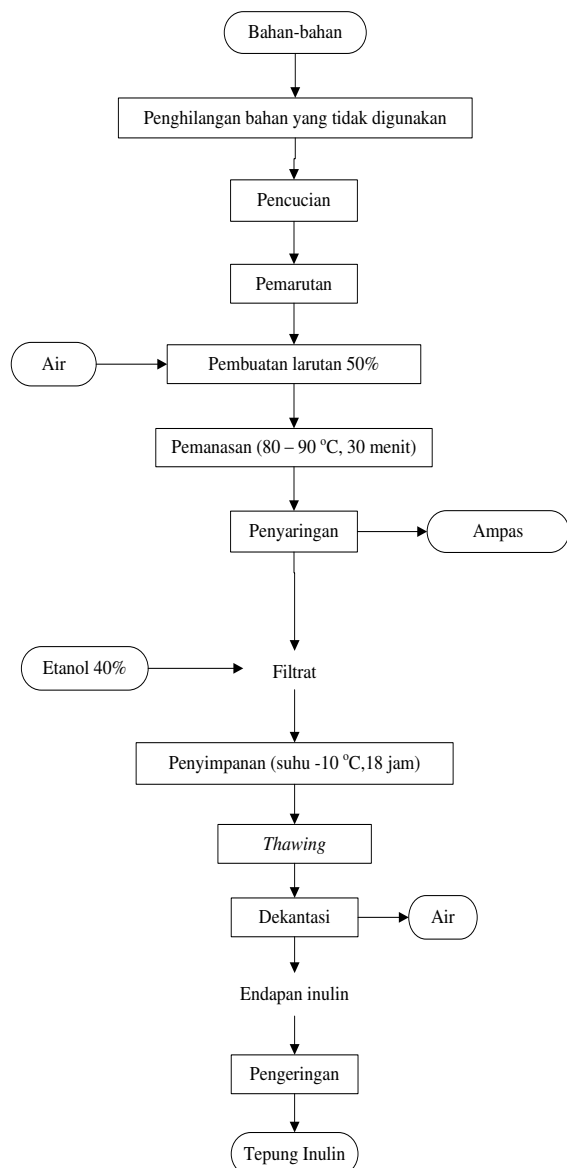
1. Karakterisasi komposisi kimia bahan baku

Karakterisasi komposisi kimia bahan baku umbi dahlia, gembili, bonggol pisang, dan turubuk meliputi analisis proksimat yang mencakup kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar serat kasar, kadar protein, dan kadar karbohidrat. Tata cara analisis proksimat

dilakukan menggunakan metode AOAC (1995).

2. Ekstraksi tepung inulin

Ekstraksi tepung inulin dilakukan berdasarkan metode yang dilakukan oleh Susdiana (1997) dengan berbagai modifikasi.



Gambar 1 Tata cara ekstraksi tepung inulin

Tepung inulin gembili juga diekstrak menggunakan metode yang dilakukan Susdiana (1997) namun dengan dilakukan modifikasi. Gembili dikeringkan terlebih dahulu dan dibuat menjadi tepung gembili sebelum diekstrak menjadi tepung inulin. Selanjutnya gembili tidak dipanaskan selama 30 menit, melainkan dilarutkan dalam air panas selama 30 menit. Hal ini dikarenakan gembili memiliki getah yang sangat banyak sehingga pada saat mengalami pengecilan ukuran dengan cara diparut, gembili akan menjadi sangat lengket seperti lem, dan ketika dipanaskan akan langsung tergelatinisasi.

Setelah diperoleh tepung inulin dari umbi dahlia, gembili, turubuk, dan bonggol pisang, selanjutnya dilakukan pengujian kadar inulin. Kadar inulin diuji menggunakan metode sistein-karbazol oleh Kierstan (1978). Bahan yang mengandung kadar inulin tertinggi akan digunakan dalam penelitian utama untuk menghasilkan FOS (frukto-oligosakarida).

3. Produksi enzim inulinase kasar

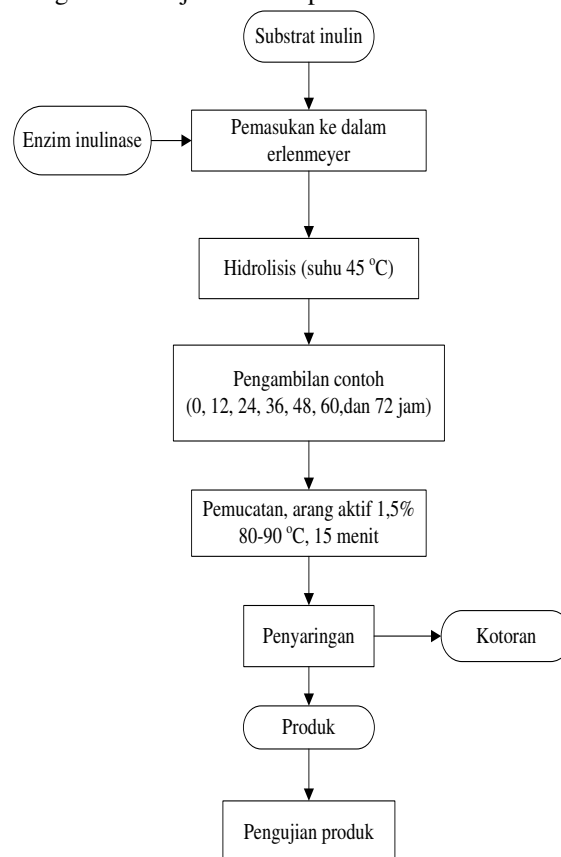
Tata cara pembuatan enzim inulinase kasar didasarkan pada metode yang dilakukan oleh Setiawan (2005) pada Gambar 3. Enzim kasar selanjutnya diuji aktivitas enzimnya menggunakan metode DNS oleh Byun dan Nahm (1978).

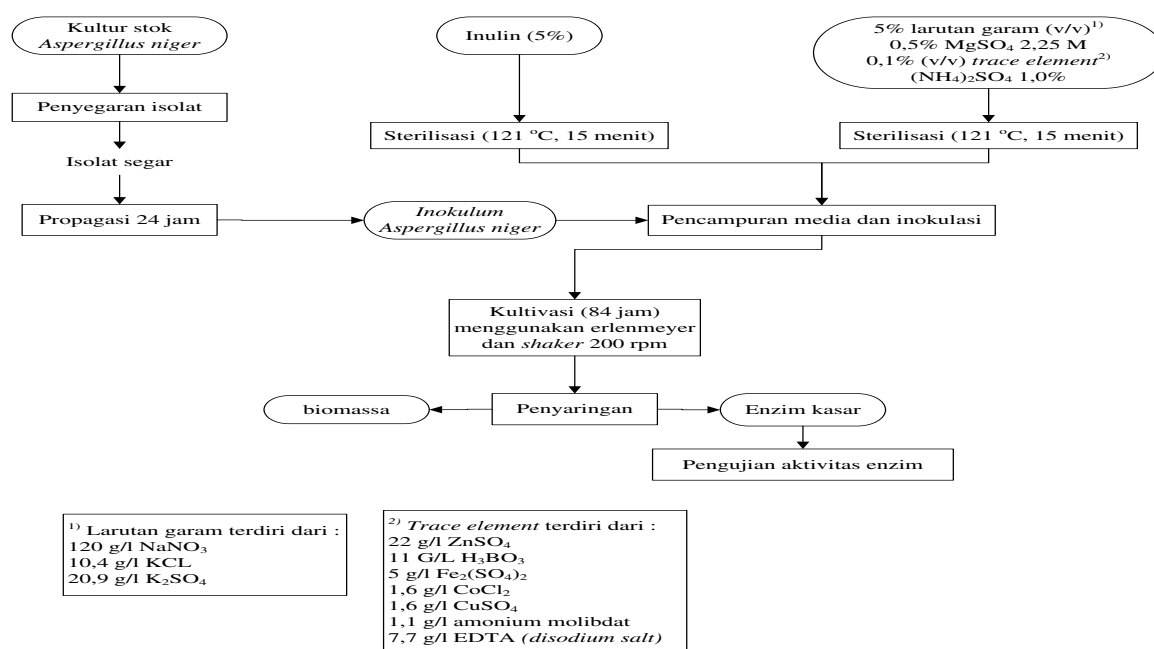
Penelitian utama

1. Hidrolisis inulin menjadi FOS

Proses produksi FOS dilakukan dengan menghidrolisis tepung inulin menggunakan enzim inulinase kasar yang dihasilkan pada penelitian pendahuluan dan enzim inulinase komersial. Proses hidrolisis ini didasarkan pada metode yang dilakukan Singh dan Singh (2010).

Jumlah FOS yang dihasilkan dapat dihitung dari kadar inulin awal dikurangi sisa kadar inulin yang ada pada produk akhir hidrolisis. Jumlah FOS ini digunakan untuk mengetahui derajat konversi proses hidrolisis.



Gambar 2 Tata cara hidrolisis inulin menjadi FOS**Gambar 3** Tata cara pembuatan enzim inulinase

2. Analisis kimia produk hidrolisat inulin

Produk yang dihasilkan dari hidrolisis inulin kemudian dilakukan pengujian yang meliputi nilai gula pereduksi dengan menggunakan metode DNS (Miller 1978), kadar total gula dengan metode fenol (Apriyantono et al 1989), dan nilai derajat polimerisasi (Apriyantono et al 1989).

Data yang diperoleh dari dua kali pengulangan diambil nilai rata-ratanya. Selanjutnya dilakukan plot data dalam grafik pada masing-masing uji (gula pereduksi, total gula, dan derajat polimerisasi) di dalam produk terhadap waktu hidrolisis pada masing-masing dosis enzim.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik bahan baku

Bahan baku umbi dahlia, gembili, turubuk, dan bonggol pisang dianalisis kandungannya menggunakan uji proksimat. Hasil pengujian proksimat bahan-bahan tersebut dalam berat kering disajikan pada Tabel 1.

Umbi dahlia merupakan cadangan makanan pada tanaman dahlia yang tersimpan pada akarnya. Menurut Vandamme dan Derycke (1983), umbi dahlia banyak mengandung inulin. Umbi akar dahlia mengandung 80% air dan 20% padatan. Padatan ini tersusun oleh kira-kira 85% gula jenis inulin dan bahan berselulosa.

Gembili merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang tumbuh di Asia. Komponen kimia terbesar pada gembili adalah air kemudian karbohidrat. Karbohidrat pada gembili tersusun atas gula, amilosa, dan amilopektin. Komponen gula tersusun atas glukosa, fruktosa, dan sukrosa sehingga menyebabkan rasa manis. Produk gembili umumnya memiliki indeks glikemik yang rendah sehingga baik di konsumsi penderita diabetes.

Bonggol pisang merupakan batang sejati dari tanaman pisang. Batang ini ditutupi dengan berkas sisik daun yang rapat. Bonggol pisang terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian silinder pusat dan bagian korteks. Pertemuan antara dua bagian ini ditandai dengan berkas vaskuler yang terorientasi secara longitudinal dalam konsentrasi tinggi (Simmonds 1966). Menurut Munadjim (1983), bonggol pisang basah mengandung kurang lebih 11% pati.

Turubuk (Saccharum edule Hassk) atau turubuk merupakan salah satu jenis tanaman yang dijadikan sayuran oleh masyarakat terutama di daerah Jawa Barat. Turubuk merupakan salah satu kerabat dari tebu, oleh karena itu tidak heran jika turubuk memiliki rasa manis yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan umbi dahlia, gembili, turubuk, dan bonggol pisang^a

| Kandungan | Umbi Dahlia | Gembili | Turubuk | Bonggol Pisang |
|------------------------------|-------------|---------|---------|----------------|
| Air (%) | 79.90 | 75.98 | 90.20 | 91.22 |
| Abu (%) | 3.83 | 3.91 | 16.94 | 11.62 |
| Lemak (%) | 1.39 | 0.17 | 4.18 | 1.48 |
| Serat Kasar (%) | 8.06 | 1.00 | 10.92 | 19.59 |
| Protein (%) | 5.92 | 3.71 | 61.02 | 35.08 |
| Karbohidrat (%) ^b | 80.80 | 91.22 | 6.94 | 32.23 |

keterangan :

a. basis kering

b. *by difference*

Hasil pengujian proksimat untuk kadar air terbesar adalah bonggol pisang dan turubuk. Semakin besar kadar air maka padatnya akan semakin kecil, sehingga untuk pembuatan tepung inulin, bahan yang memiliki kadar air besar kemungkinan menghasilkan rendemen tepung inulin menjadi semakin kecil. Pada hasil proksimat kadar abu tertinggi didapatkan pada turubuk. Hal ini menunjukkan dari keempat bahan yang digunakan, turubuk memiliki kandungan mineral yang paling tinggi. Kadar lemak menunjukkan kandungan minyak atau lemak dalam bahan. Dari keempat bahan yang telah diuji, kadar lemak tertinggi dimiliki oleh turubuk. Kadar serat kasar akan berpengaruh terhadap kemampuan bahan dicerna tubuh, bahan yang memiliki kadar serat kasar yang tinggi akan cenderung susah dicerna, karena sifat serat pada umumnya tidak dapat dicerna oleh tubuh. Bonggol pisang memiliki kadar serat paling tinggi. Pada pengujian kadar protein, prinsipnya adalah pengukuran nitrogen yang dibebaskan oleh bahan. Dari keempat bahan yang diuji, kadar protein tertinggi dimiliki oleh turubuk.

Kadar karbohidrat sangat berpengaruh terhadap pembuatan tepung inulin, karena inulin merupakan salah satu jenis dari karbohidrat sehingga bahan yang memiliki kadar karbohidrat yang tinggi akan berpotensi baik untuk diekstrak menjadi tepung inulin dibandingkan bahan yang memiliki kadar karbohidrat rendah. Dari tabel hasil uji proksimat diatas, dapat dilihat bahwa kadar karbohidrat tertinggi dimiliki oleh gembili dan umbi dahlia.

Kadar inulin bahan baku

Inulin dideskripsikan Steinbüchel dan Ki Rhee (2005) sebagai bubuk granula putih yang bersifat amorf, tidak berbau, higroskopik, agak larut dalam air dan sangat larut dalam air panas dan agak larut dalam larutan organik.

Dalam pembuatan tepung inulin, bahan dipanaskan dengan tujuan untuk melarutkan inulin ke dalam cairan, karena inulin larut dalam air panas. Selain itu pada proses pemanasan dengan suhu mencapai 90 °C pati akan tergelatinisasi dan akan menempel pada serat, sehingga pada saat dilakukan penyaringan maka pati akan terikut dengan ampas bukan pada filtrat. Hal ini akan menjadikan tepung inulin yang dihasilkan lebih murni tidak ada campuran pati. Setelah dingin maka inulin akan terdispersi, pada saat itulah etanol ditambahkan untuk mengendapkan inulin yang telah terdispersi tersebut sehingga ketika diendapkan inulin akan terpisah dari filtrat.

Setelah diperoleh tepung inulin maka dilakukan pengukuran massa untuk mengetahui rendemennya. Tepung inulin yang diperoleh dari umbi dahlia, gembili, bonggol pisang, dan turubuk kemudian diuji kadar inulinnya. Rendemen dan kadar inulin tepung inulin umbi dahlia, gembili, bonggol pisang, dan turubuk disajikan pada Tabel 2.

Rendemen tepung inulin tertinggi diperoleh dari hasil ekstraksi umbi dahlia. Hal ini sesuai dengan kandungan karbohidrat umbi dahlia yang tinggi pada pengujian proksimat. Sementara itu, pada turubuk hasil rendemen tepung inulin sangat rendah, hal ini terlihat jelas pada hasil pengujian proksimat bahwa sebagian besar komponen yang terdapat dalam turubuk adalah air dan protein.

Tabel 2 Rendemen tepung inulin dan kadar tepung inulin^a

| Bahan | Rendemen tepung inulin (%) | Kadar Inulin (%) |
|----------------|----------------------------|------------------|
| Umbi dahlia | 2.40 | 80.09 |
| Gembili | 1.70 ^b | 4.02 |
| Turubuk | 0.09 | 0.23 |
| Bonggol Pisang | 0.35 | 1.16 |

keterangan :

a. Basis kering

b. Modifikasi proses ekstraksi dari Susdiana (1997)

Tepung inulin dengan kadar paling tinggi diperoleh dari tepung inulin umbi dahlia yaitu sebesar 80.09%. Pada gembili walaupun kadar karbohidratnya lebih tinggi dari pada umbi dahlia, namun kadar inulinnya jauh lebih kecil yaitu sebesar 4.02%. Hal ini bisa saja disebabkan pada waktu ekstraksi tepung inulin dari gembili tidak dilakukan pemanasan namun hanya dilarutkan dalam air panas sehingga kemungkinan pati yang tergelatinisasi dan terikut pada ampas sedikit sehingga hasil yang diperoleh masih mengandung pati dalam jumlah besar. Pada turubuk kadar inulin yang dihasilkan sangat rendah sebesar 0.23%. Hal ini

disebabkan kandungan pada turubuk yang sebagian besar adalah air dan protein. Pada saat ekstraksi tepung inulin dari turubuk, kemungkinan protein terikut dalam tepung inulin sangat mungkin dalam jumlah yang besar karena etanol selain mengendapkan inulin juga dapat mengendapkan protein. Jadi selain inulin, kemungkinan protein yang ada dalam tepung inulin turubuk juga besar. Kadar protein pada bonggol pisang juga tinggi namun tidak lebih besar dari turubuk, kadar inulin yang didapatkan juga lebih rendah dari kadar inulin turubuk yaitu sebesar 1.16%. Dari hasil ini dipilih satu bahan yang memiliki kandungan inulin tertinggi yaitu umbi dahlia untuk pembuatan FOS pada penelitian utama.

Aktivitas inulinase

Menurut Singh dan Singh (2010), inulinase dikategorikan menjadi 2 jenis yaitu endoinulinase dan eksoinulinase. Eksoinulinase memotong ikatan β -2,1 secara berurutan sehingga menghasilkan fruktosa, sementara endoinulinase memotong secara acak dan menghidrolisis ikatan internal pada inulin sehingga menghasilkan fruktooligosakarida. Inulinase dari fungi secara umum memiliki pola aksi luar (ekso), namun pada *Aspergillus niger* ditemukan hanya dapat memproduksi endoinulinase ekstraseluler kecuali pada *A. niger* galur 12 yang dapat memproduksi baik ekso- maupun endoinulinase.

Pada penelitian ini substrat yang digunakan dalam pembuatan enzim inulinase kasar adalah inulin komersial yang berasal dari akar chicory. Pada pembuatan enzim inulinase setelah kultivasi selama 84 jam diperoleh enzim sebanyak 67 ml dengan aktivitas enzimnya sebesar 0.76 U/ml. Dimana 1 unit aktivitas sama dengan jumlah enzim yang menghidrolisis 1 μ mol inulin/menit. Enzim inulinase komersial juga diuji menggunakan metode yang sama, hasil aktivitas enzim yang diperoleh untuk enzim inulinase komersial sebesar 4 U/ml.

Hidrolisis inulin menjadi FOS

Singh dan Singh (2010) menjelaskan bahwa FOS merupakan salah satu kelas dari bifidogenik oligosakarida (oligosakarida yang secara selektif menstimulasi pertumbuhan dan atau aktivitas *Bifidobacteria* dan *Lactobacillus* di dalam kolon). FOS terkandung secara alami di beberapa tanaman seperti Jerusalem artichoke, bawang, dan pisang. FOS digunakan sebagai pemanis, peningkat aroma, pengembang, dan humektan. Sebagai pengganti

sukrosa rendah kalori, FOS digunakan dalam pembuatan kue, roti, permen, produk susu dan beberapa minuman. FOS memiliki derajat polimerisasi antara 2 sampai 9.

Pada penelitian ini dilakukan hidrolisis inulin menjadi FOS menggunakan enzim inulinase komersial maupun inulinase kasar yang dihasilkan dalam penelitian pendahuluan. Menurut enzim Singh dan Singh (2010) dosis enzim untuk produksi FOS menggunakan *Aspergillus* sp sebesar 10 U/g substrat dengan konsentrasi substrat sebanyak 5%.

Substrat inulin awal dalam tabung erlenmeyer sebelum dihidrolisis mengandung inulin sebesar 99.22 (%b/b) larutan. Substrat ini kemudian akan dihidrolisis enzim inulinase sehingga menghasilkan FOS. Jumlah FOS yang dihasilkan dapat dihitung dari kadar inulin yang ada pada produk akhir hidrolisis. Dari jumlah FOS yang dihasilkan oleh inulin tersebut dapat diketahui derajat konversi inulin menjadi FOS, sehingga dapat dilihat apakah dari segi teknologi proses, proses hidrolisis ini sudah maksimal atau belum. Proses hidrolisis dikatakan maksimal apabila derajat konversi mencapai angka 100%, yang mengindikasikan bahwa semua substrat telah diubah menjadi produk oleh enzim. Jumlah FOS yang dihasilkan serta derajat konversi pada proses hidrolisis disajikan pada Tabel 3.

Jumlah FOS yang dihasilkan sangat kecil dalam produk yang dihasilkan dari hidrolisis inulin pada penelitian ini. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa sisa inulin pada akhir proses hidrolisis masih tinggi jika dibandingkan dengan jumlah inulin yang digunakan pada awal proses hidrolisis, artinya proses hidrolisis inulin menjadi FOS ini belum optimal. Hal ini dapat dilihat dari persentase derajat konversi yang menunjukkan bahwa nilai derajat konversi dalam produksi FOS ini masih belum optimal atau belum mencapai 100%, bahkan masih jauh dari 100%. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa derajat konversi paling tinggi hanya sebesar 29.86% yang dihasilkan oleh enzim inulinase komersial pada dosis 10 U/g, sementara derajat konversi paling rendah sebesar 7.95% yang dihasilkan oleh enzim inulinase komersial pada dosis 3 U/g.

Tabel 3 Derajat konversi inulin menjadi FOS

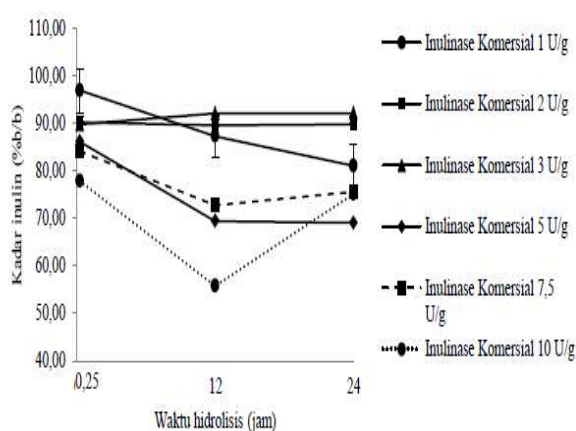
| Dosis enzim (U/g) | Inulin awal (% b/b) | Inulin akhir (% b/b) | Jumlah FOS (% b/b) | Derajat konversi (%) |
|--------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| Inulase Komersial | | | | |
| 1 | 99.22 | 88.43 | 10.79 | 10.88 |
| 2 | 99.22 | 89.86 | 9.36 | 9.43 |
| 3 | 99.22 | 91.33 | 7.89 | 7.95 |
| 5 | 99.22 | 74.88 | 24.34 | 24.53 |
| 7.5 | 99.22 | 77.48 | 21.74 | 21.91 |
| 10 | 99.22 | 69.60 | 29.62 | 29.86 |
| Inulinase Kasar | | | | |
| 1 | 99.22 | 76.76 | 22.46 | 22.64 |
| 2 | 99.22 | 83.93 | 15.29 | 15.41 |
| 3 | 99.22 | 70.07 | 29.15 | 29.38 |

Pola perubahan konversi inulin pada waktu hidrolisis jam ke-0.25; 12; dan 24 pada enzim inulinase komersial dan kasar dapat dilihat pada Gambar 4a dan Gambar 4b.

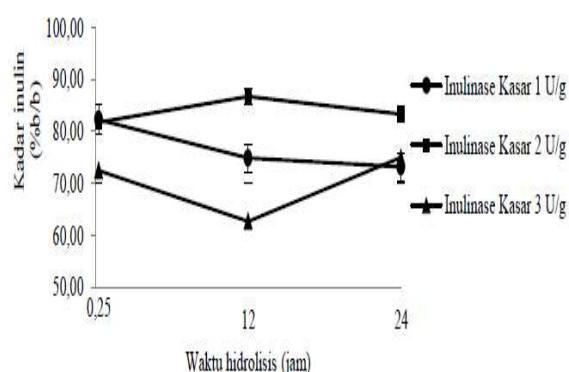
Pada produk hasil hidrolisis oleh inulinase komersial 1 dan 5 U/g dan inulinase kasar 1 U/g, kadar substrat inulin menurun dari awal hidrolisis sebesar 99.22 (%b/b) kemudian menurun waktu hidrolisis pada jam ke-0.25; 12; dan 24. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin lama waktu hidrolisis maka jumlah substrat akan menurun

karena substrat di konversi menjadi produk oleh enzim. Namun berbeda halnya dengan produk hasil hidrolisis oleh inulinase komersial 2 dan 3 U/g yang mengalami penurunan kadar inulin pada jam ke-0.25 dan cenderung stabil jumlah inulin sampai jam ke-24, berarti pada jam ke-0.25 sampai 24 perubahan inulin menjadi FOS sudah sangat kecil. Hal ini ditunjukkan juga pada Tabel 3 yang memperlihatkan derajat konversi substrat oleh enzim inulinase komersial 2 dan 3 U/g sangat kecil yaitu sebesar 9.43% dan 7.95%.

Pada produk hasil hidrolisis oleh inulinase komersial 7.5 dan 10 U/g serta inulinase kasar 3 U/g kadar inulin menurun sampai waktu hidrolisis jam ke-12, namun mengalami peningkatan sampai jam ke-24. Pada produk hasil hidrolisis oleh inulinase kasar 2 U/g kadar inulin menurun pada jam ke-0.25 lalu meningkat pada jam ke-12 namun menurun kembali pada jam ke-24. Naik turunnya kadar substrat pada produk hasil hidrolisis dapat disebabkan oleh reaksi enzimatis yang bersifat reversible. Artinya enzim bekerja bisa dua arah, dengan menghidrolisis substrat menjadi produk sekaligus mensintesis substrat dari produk.



(a)



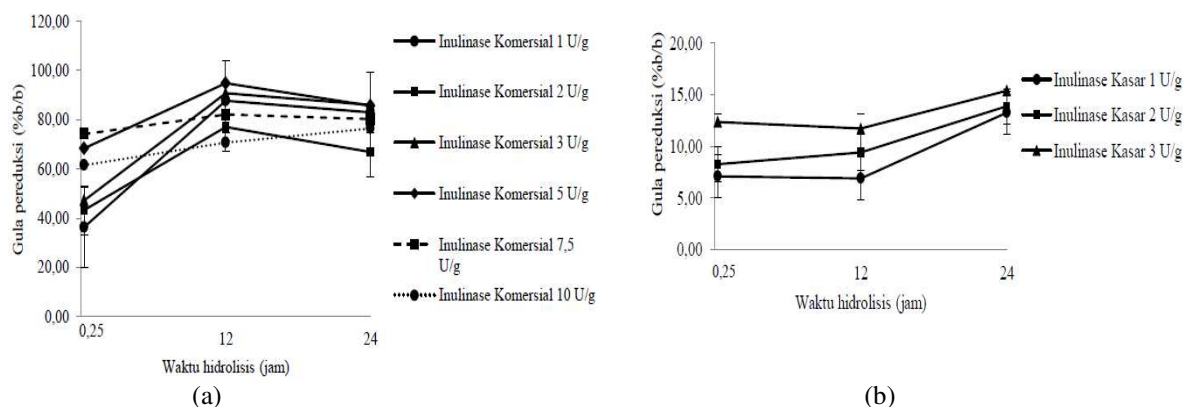
(b)

Gambar 4. Hubungan dosis enzim (a) inulinase komersial dan (b) inulinase kasar dengan waktu hidrolisis terhadap sisa kadar inulin dalam FOS

Analisis kimia produk hidrolisat inulin

Gula pereduksi merupakan golongan gula yang dapat mereduksi senyawa ion logam dalam keadaan basa. Monosakarida (glukosa, fruktosa, dan galaktosa) termasuk ke dalam golongan gula pereduksi, beberapa disakarida juga termasuk gula pereduksi yaitu laktosa, maltosa, dan isomaltosa. Gula-gula tersebut memiliki sifat pereduksi karena adanya gugus

keton atau aldehida dalam molekul gula tersebut. Gula pereduksi berhubungan dengan aktivitas enzim, semakin tinggi nilai gula pereduksi maka nilai aktivitas enzim juga semakin tinggi (Gusmarwani et al. 2010). grafik hubungan nilai gula pereduksi pada masing-masing dosis enzim baik inulinase komersial maupun inulinase kasar dapat dilihat pada Gambar 5a dan Gambar 5b.



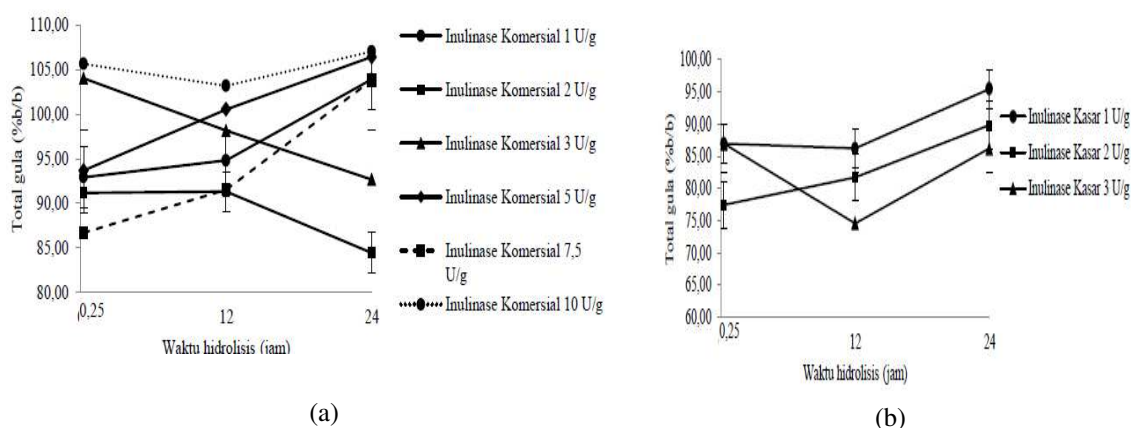
Gambar 5. Hubungan dosis enzim (a) inulinase komersial dan (b) inulinase kasar dengan waktu hidrolisis terhadap nilai gula pereduksi

2. Total gula

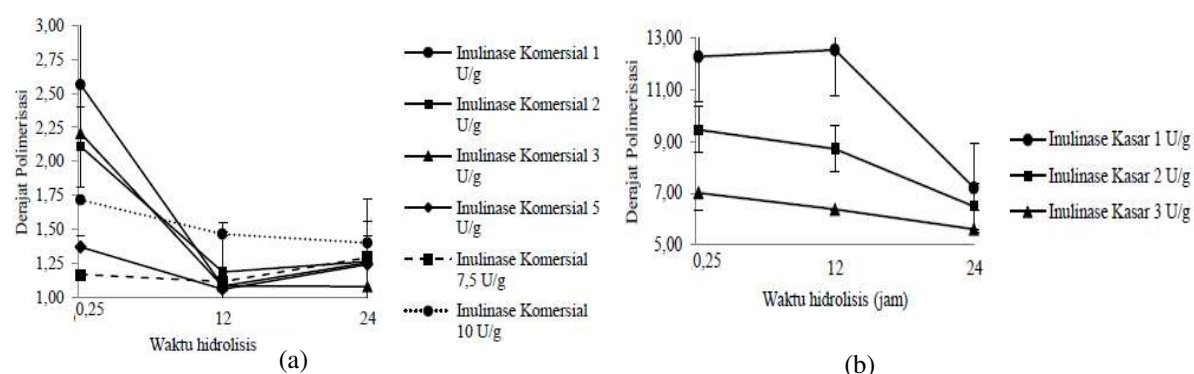
Total gula juga disebut total karbohidrat yang merupakan jumlah dari keseluruhan gula sederhana, oligosakarida, polisakarida, dan turunannya. Grafik hubungan total gula pada masing-masing dosis enzim baik inulinase komersial maupun inulinase kasar dapat dilihat pada Gambar 6a dan Gambar 6b. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa nilai total gula pada produk yang dihasilkan oleh inulinase komersial dan kasar nilainya tidak jauh berbeda, karena seharusnya nilai total gula sama. Adanya perbedaan nilai total gula ini disebabkan volume substrat inulin pada setiap erlenmeyer yang mungkin saja tidak selalu tepat 20 ml sehingga berpengaruh ketika proses hidrolisis.

3. Derajat polimerisasi

Derajat polimerisasi adalah jumlah unit monomer pada makromolekul atau molekul oligomer dalam suatu blok atau rantai. Nilai derajat polimerisasi diperoleh dari kadar total gula per kadar gula pereduksi. Nilai derajat polimerisasi menunjukkan bahwa produk yang diuji merupakan FOS atau bukan. Jika nilai derajat polimerisasi antara dua sampai sembilan itu menandakan bahwa produk yang terbentuk adalah FOS, sementara jika derajat polimerisasinya satu berarti produk tersebut adalah fruktosa karena fruktosa merupakan monomer, dan jika derajat polimerisasinya lebih dari sembilan berarti produk tersebut adalah inulin. Grafik hubungan derajat polimerisasi pada masing-masing dosis enzim baik inulinase komersial maupun inulinase kasar dapat dilihat pada Gambar 7a dan Gambar 7b.



Gambar 6. Hubungan dosis enzim (a) inulinase komersial dan (b) inulinase kasar dengan waktu hidrolisis terhadap nilai total gula



Gambar 7. Hubungan dosis enzim (a) inulinase komersial dan (b) inulinase kasar dengan waktu hidrolisis terhadap derajat polimerisasi

Derajat polimerisasi yang menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan adalah FOS adalah produk hasil hidrolis oleh enzim inulinase komersial dosis 1; 2; dan 3 U/g pada waktu hidrolisis 0,25 jam, enzim inulinase kasar dosis 1 U/g pada waktu hidrolisis jam ke-24, serta inulinase kasar dosis 2 dan 3 U/g baik pada waktu hidrolisis jam ke-0,25; 12; maupun 24. Sementara pada inulinase komersial dosis lain dan waktu hidrolisis lain hasil yang diperoleh adalah fruktosa. Untuk inulinase kasar 1 U/g pada waktu hidrolisis jam ke-0,25 dan 12 hasil produknya masih berupa inulin artinya inulin masih belum terkonversi, namun pada jam ke-24 inulin sudah terkonversi menjadi FOS. Secara umum dari nilai derajat polimerisasi ini enzim inulinase komersial rata-rata menghasilkan fruktosa, sementara enzim inulinase kasar menghasilkan FOS.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Umbi dahlia berdasarkan hasil penelitian pendahuluan memiliki rendemen tepung inulin tertinggi yaitu sebesar 48,20% dibandingkan dengan gembili, bonggol pisang, dan turubuk. Kadar inulin yang diperoleh dari umbi dahlia, gembili, bonggol pisang, dan turubuk masing-masing 80,09%; 4,02%; 1,16%; 0,23%. Enzim inulinase kasar yang dihasilkan dalam penelitian ini nilai aktivitasnya sebesar 0,76% U/ml. Derajat konversi hidrolisis inulin paling tinggi sebesar 29,86% yang dihasilkan oleh enzim inulinase komersial dengan dosis 10 U/g, sementara derajat konversi paling rendah sebesar 7,95% yang dihasilkan oleh enzim inulinase komersial dengan

dosis 3 U/g. Pada hidrolisis inulin menggunakan inulinase komersial rata-rata produk yang terbentuk sebagian besar adalah fruktosa. Pada hidrolisis inulin menggunakan inulinase kasar rata-rata produk yang terbentuk sebagian besar adalah FOS.

Saran

Perlu dilakukan hidrolisis inulin menggunakan inulinase komersial dibawah dosis 1 U/g dan waktu hidrolisis antara 0 sampai 15 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemistry. 1995. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. Washington DC (USA):AOAC.
- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, dan Budiyo S. 1989. *Analisa Pangan*. Bogor (ID):IPB Press Byun SM dan Nahm BM. 1978. Production of fructose from Jerusalem artichoke by enzymatic hydrolysis. *J Food Sci*.(43):1871.
- Gusmarwani SR, Budi MSP, Sediawan WB, Hidayat M. 2010. Pengaruh Perbandingan Berat Padatan dan Waktu Reaksi terhadap Gula Pereduksi Terbentuk pada Hidrolisis Bonggol Pisang. *J Teknik Kimia Indonesia* (9):77-82.
- Kierstan MPJ. 1978. *Biotechnology and Bioengineering* 20:447-450. New York(USA): John Wiley&Sons.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem*. 31 (3):426-428.doi: 10.1021/ac60147a030.

- Munadjim**, 1983. Teknologi Pengolahan Pisang. Jakarta(ID):Gramedia Pustaka.
- Singh RS, Singh RP.** 2010. *Production of Fructooligosaccharides from Inulin by Endoinulinases and Their Prebiotic Potential.* J Food Technol. 48 (4):435- 450.
- Setiawan A.** 2005. *Pengaruh Aerasi dan Agitasi pada Proses Produksi Enzim Inulinase Kasar dari Aspergillus niger* [skripsi]. Bogor(ID):Institut Pertanian Bogor.
- Simmonds NW.** 1966. Bananas. London(GB):Longman Group Limited.
- Steinbüchel A, Sang KR.** 2005. Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry : Volume 1. Münster(DE): Wiley-VHC.
- Susdiana Y.** 1997. *Ekstraksi dan Karakterisasi Inulin dari Umbi Dahlia (Dahlia pinnata cav.)* [skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Winarti S, Harmayani E, Nurismanto R.** 2011. *Karakteristik dan Profil Inulin Beberapa Jenis Uwi (Dioscorea spp).* J Agritech. 31 (4):378.
- Vandamme EJ, Derycke DG.** 1983. *Microbial Inulinases Process, Properties and Applications.* Adv.Appl. Microb. 29:139-176.

